

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP04/053292

International filing date: 06 December 2004 (06.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FR
Number: 03 14397
Filing date: 09 December 2003 (09.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 19 January 2005 (19.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



platé 1
(D)

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le

13 DEC. 2004

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE

26 bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 @ W / 030103

REMISSÉ DES PIÈCES		Réervé à l'INPI
DATE 9 DEC 2003		
LIEU 75 INPI PARIS 34 SP		
N° D'ENREGISTREMENT 0314397		
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		
DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 09 DEC. 2003		
Vos références pour ce dossier (facultatif) 63257		

**1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE**

Monsieur Vladimir CHAVERNEFF
THALES Intellectual Property
31-33, avenue Aristide Briand
94117 ARCUEIL Cedex

Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie
2 NATURE DE LA DEMANDE		
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>
Demande de brevet initiale ou demande de certificat d'utilité initiale		N° Date <input type="text"/>
		N° Date <input type="text"/>
Transformation d'une demande de brevet européen Demande de brevet initiale		<input type="checkbox"/> N° Date <input type="text"/>
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)		

PROCEDE DE GENERATION DE CODE C A PARTIR DE SPECIFICATIONS UML

4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date <input type="text"/> N°
		Pays ou organisation Date <input type="text"/> N°
		Pays ou organisation Date <input type="text"/> N°
<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»		
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		
Nom ou dénomination sociale		<input type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique
Prénoms		THALES
Forme juridique		Société Anonyme
N° SIREN		15 52 05 90 24
Code APE-NAF		<input type="text"/>
Domicile ou siège	Rue	45, rue de Villiers
	Code postal et ville	19 22 00 NEUILLY-SUR-SEINE
	Pays	FRANCE
Nationalité		Française
N° de téléphone (facultatif)		N° de télécopie (facultatif)
Adresse électronique (facultatif)		<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

Remplir impérativement la 2^{ème} page

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 2/2

BR2

REMISE DES PIÈCES	Réervé à l'INPI
DATE	9 DEC 2003
LIEU	75 INPI PARIS 34 6P
N° D'ENREGISTREMENT	0314397
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	

DB 540 W / 210502

6 MANDATAIRE (S'il y a lieu)	
Nom CHAVERNEFF	
Prénom Vladimir	
Cabinet ou Société THALES	
N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel 8325	
Adresse	Rue 31-33, avenue Aristide Briand
	Code postal et ville 19 411 117 ARCUEIL Cedex
	Pays FRANCE
N° de téléphone (facultatif) 01.41.48.45.14	
N° de télécopie (facultatif) 01.41.48.45.01	
Adresse électronique (facultatif)	
7 INVENTEUR (S)	
Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques	
<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)	
8 RAPPORT DE RECHERCHE	
<input checked="" type="checkbox"/> Etablissement immédiat <input type="checkbox"/> ou établissement différé	
<input type="checkbox"/> Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
<input type="checkbox"/> Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)	
<input type="checkbox"/> Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES	
<input type="checkbox"/> Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS	
<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences	
<input type="checkbox"/> Le support électronique de données est joint <input type="checkbox"/> La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe	
<input type="checkbox"/> Si vous avez utilisé l'imprimé « Suite », indiquez le nombre de pages jointes	
11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)	
 Vladimir CHAVERNEFF	
VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI	
M. ROCHE	

PROCEDE DE GENERATION DE CODE C A PARTIR DE SPECIFICATIONS UML

La présente invention a pour objet un procédé de génération de code C à partir de spécifications UML.

Il existe des générateurs de code C à partir de code UML, tels que 5 celui de la société I-LOGIX, mais le langage C, n'étant pas un code objet, on ne peut pas transcrire directement et automatiquement en code C des concepts « objet » tels que l'héritage et le polymorphisme. Cette impossibilité limite l'intérêt de l'utilisation de la modélisation en UML pour produire du code C. Les générateurs connus de code C ne produisent que 10 des « squelettes » de code ou du code reflétant un usage très limité des concepts UML.

La présente invention a pour objet un procédé de génération de code C à partir de spécifications en langage UML d'un modèle, permettant de produire automatiquement la totalité du code C, aussi bien un code 15 statique (y compris la génération de classes et de relations) qu'un code dynamique (en particulier pour les machines à états), le code produit respectant avantageusement les spécifications Do-178B niveau A. La présente invention a également pour objet un procédé qui garantisse la cohérence complète entre le code C généré et les spécifications écrites dans 20 le modèle UML, qui permette de produire un rapport de génération de code C simultanément avec la génération de ce code, ainsi que des scripts de mise en configuration, avantageusement pour l'outil « Clearcase » de la société Rational-IBM. Dans le cas de systèmes embarqués, le code C ainsi produit pour de tels systèmes sera directement un logiciel embarqué.

25 Le procédé conforme à l'invention est caractérisé en ce que l'on produit un modèle d'implémentation détaillé en code UML, que l'on structure les données de ce modèle pour les rendre exploitables par l'outil de génération de scripts « Model In Action » (dit « MIA » et produit par la société Sodifrance), et que l'on fait produire à cet outil des fichiers en langage C, à savoir des fichiers « .C », des fichiers « .H », un fichier de rapport de génération, des fichiers « batch » de gestion de configuration et des fichiers de projet de compilation.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, le code C généré recouvre 100% de la spécification UML du logiciel (le logiciel généré est le logiciel embarqué) à savoir que tout le spectre de génération est traité en statique (relations/classes) comme en dynamique (machines à états).

5 La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée d'un mode de mise en oeuvre, pris à titre d'exemple non limitatif et illustré par le dessin annexé, sur lequel :

-la figure 1 est un diagramme illustrant les étapes principales du procédé de l'invention, et

10 -la figure 2 est une vue partielle d'un exemple de rapport de génération, correspondant à un fichier de rapport de génération pouvant être produit selon le procédé de l'invention .

Dans l'exemple décrit ci-dessous, on établit, de façon classique, un modèle en langage UML à l'aide d'un outil (1) couramment utilisé à cet effet, 15 par exemple l'outil « RHAPSODY » de la société I-LOGIX. Le modèle ainsi créé est exporté (2) sous forme de fichier (3) en langage XMI. La production du fichier XMI se fait, par exemple, à l'aide d'un outillage d'export tel que le « XMI Toolkit » de la société I-LOGIX. Le fichier 3 permet d'injecter la structure de données UML dudit modèle dans un moteur de génération de fichiers (4). Ce moteur (4) est ici l'outil « Model In Action » (plus simplement dénommé « MIA ») de la société SODIFRANCE. Il est associé à une application de paramétrage de scripts (5), dénommée GEN_UML_C, réalisée par le Demandeur. Le moteur (4) met en oeuvre l'application (5) pour produire une série de cinq sortes de fichiers, référencée (6) dans son 20 ensemble, représentant le code C correspondant au modèle de départ.

25 La série 6 de fichiers comprend : des fichiers « .C » (7), des fichiers « .H » (8), un fichier (9) de rapport de génération de code (comme exigé par les spécifications Do précitées), un fichier « batch » (10) conforme aux spécifications « Clearcase » et des fichiers (11) de projet de compilation. Les 30 fichiers 7 , 8 et 11 étant produits de façon classique, ne seront pas décrits plus en détail.

Il est possible de modifier manuellement le corps des méthodes des fichiers « .C » générés. Lors des générations suivantes, ces modifications 35 ne seront pas écrasées mais conservées et intégrées dans les nouveaux fichiers générés. Dans une optique MDE (Model Driven Engineering) où le

modèle et non les fichiers sources sont le cœur du développement, il est préférable de remonter ces modifications manuelles dans le modèle. Il est alors possible d'intégrer ces modifications automatiquement dans le modèle à l'aide de l'outil de « roundtrip » appelé « ReverseC » (12).

5 Le fichier de rapport (9) permet de garder l'historique de la génération du code C et de comparer entre elles deux versions de rapports de génération. Dans le cas présent, le rapport est un fichier XML comportant toutes les informations correspondant au modèle UML, les fichiers et « packages » produits, les scénarios de génération utilisés,.... Un exemple
10 d'une vue d'écran d'un extrait d'un tel rapport (« Generation report ») est représenté en figure 2. A chaque élément de ce rapport, on associe un ou plusieurs totaux de contrôle (« checksums », par exemple des CRC sur 32 bits) permettant d'effectuer la comparaison entre versions différentes et la détection des modifications entre ces versions, par exemple entre une
15 nouvelle version de génération et une version de référence de génération.

20 A partir des comparaisons ainsi effectuées, on déduit différents états qui fournissent un « état de comparaison » du fichier examiné. Le tableau ci-dessous fournit ces états de comparaison. Dans ce tableau, les états figurent dans leur version anglaise, c'est-à-dire dans la version dans laquelle ils apparaissent dans le rapport de génération.

Etats de comparaison	Description de l'état de comparaison du fichier
<i>New</i>	L'état « new » est réservé aux fichiers nouveaux par rapport à la version de référence.
<i>Unmodified</i>	S'applique lorsqu'aucune modification n'a été apportée à un fichier par rapport au fichier de référence.
<i>Modified</i>	S'applique lorsqu'il y a eu des modifications dues uniquement à des modifications du modèle UML par rapport au fichier de référence.
<i>Manually modified</i>	S'applique en cas de modifications manuelles par rapport à la version de référence.
<i>Modified manually modified</i> &	S'applique en cas de modifications des deux types d'un fichier par rapport à la version de référence.
<i>Removed</i>	S'applique lorsqu'un fichier n'existe plus dans une nouvelle version. Un fichier éliminé n'est plus pris en considération dans les rapports de génération ultérieurs.

Comme illustré en figure 2, un rapport de génération conforme à l'invention ("Generation Report") comporte dans des fenêtres en en-tête les 5 deux informations suivantes:

- Etiquette du numéro de version du rapport de référence ("Reference report label"),
- Etiquette du numéro de version du rapport courant ("New report label"), provenant d'une version précédente de génération,

10 Ensuite, le corps du rapport comporte les trois colonnes suivantes:

"Item" (désignation des différents éléments constitutifs et chemin d'accès dans leur unité de stockage), "Comparison status" (état de comparaison, conformément au tableau ci-dessus) et "Label" (étiquette, indiquant les numéros de version dans leur catégorie). Les éléments figurant dans la 15 première colonne sont les suivants:

- Désignation du modèle UML ("Model"). Ici, son état est "modifié" et son numéro de version est 2.0,

- Désignation des ensembles logiciels ("Packages"). Dans l'exemple décrit ici, ce sont des ensembles Java et Clearcase. Ici, ils sont non modifiés et leur version est 1.0,
- Désignation des scénarios de génération ("Scenarios"). Dans l'exemple, ce sont des scénarios de génération Java et de "batch" Clearcase. Ici, ils sont non modifiés et leur version est 1.0,
- Désignation des fichiers générés ("Generated files"). Dans l'exemple, ces fichiers sont au nombre de sept, tous de version 2.0, le premier est nouveau, les statuts des autres étant divers, comme indiqué à la deuxième colonne.

Le bas du rapport comporte une fenêtre indiquant le nom du scénario en cours ("batch Clearcase" dans le cas présent), un bouton "Generate" pour lancer la génération du scénario, et une première fenêtre "Files" indiquant les noms des fichiers de texte Clearcase générés dans ce scénario, et une deuxième fenêtre "Generated text" affichant le texte de ces fichiers.

Les fichiers "batch" de Clearcase sont générés de façon à mettre à jour automatiquement le tableau Clearcase comportant tous les fichiers de code généré, conformément aux informations figurant dans le rapport de génération. La mise à jour du tableau Clearcase est faite en deux phases, avec le lancement des deux fichiers PERL suivants:

- "checkout.txt": ce fichier prépare la mise à jour du tableau Clearcase en vérifiant tous les fichiers modifiés,
- "checkin.txt" : ce fichier représente le tableau Clearcase mis à jour.

REVENDICATIONS

1. Procédé de génération de code C à partir de spécifications UML, caractérisé en ce que l'on produit un modèle d'implémentation détaillé en code UML, que l'on structure les données de ce modèle pour les rendre exploitables par l'outil de génération de scripts « ModelInAction », et que l'on fait produire à cet outil des fichiers en langage C, à savoir des fichiers « .C », des fichiers « .H », un fichier de rapport de génération, des fichiers « batch » de gestion de configuration et des fichiers de projet de compilation.
5
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le code C généré recouvre 100% de la spécification UML du logiciel, tout le spectre de génération étant traité en statique comme en dynamique
10
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le modèle est produit à l'aide d'un outil de modélisation UML
15
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'outil de modélisation UML est « RHAPSODY » de la société I-LOGIX
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le fichier de rapport de génération comporte les informations suivantes :
20
-numéro de version du rapport de référence,
-numéro de version du rapport courant,
-désignation du modèle UML avec son état et son numéro de version,
-désignation des ensembles logiciels produits avec leur état et leur numéro de version,
-désignation des scénarios de génération avec leur état et leur numéro de version,
-désignation des fichiers générés avec leur état et leur numéro de version
25
-nom du scénario en cours,
-nom des fichiers de texte générés du scénario.
30

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que les scénarios sont du type « Clearcase ».
7. Procédé selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que les états des fichiers générés sont des états de comparaison par rapport à ceux d'une génération précédente (génération référence).
8. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'état de chaque fichier est l'un des suivants :
 - nouveau,
 - non modifié
 - modifié
 - modifié manuellement,
 - modifié et modifié manuellement,
 - éliminé.

5

10

15

20

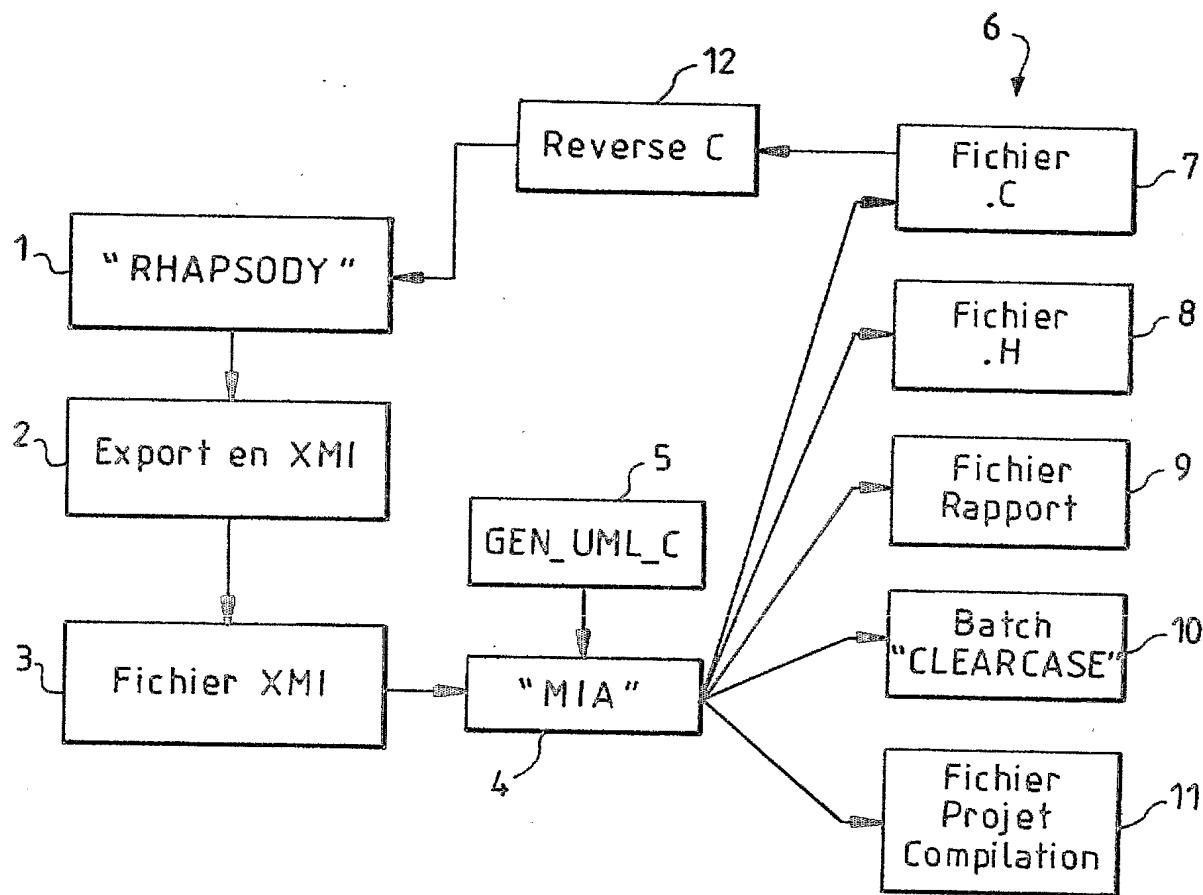


FIG.1

Generation report

File

Reference Report Label :	1.0
New Report Label :	2.0

Item	Comparison Status	Label
Generation report	Modified	MODEL_2.0
+ Model	Unmodified	FWK_GEN_1.0
+ Packages	Unmodified	FWK_GEN_1.0
+ Scenarios	Unmodified	FWK_GEN_1.0
+ Generated Files	Unmodified	FWK_GEN_1.0
+ c:\Generation\Scriptor\source\Batchent.java	New	2.0
+ c:\Generation\Scriptor\source\Adresse.java	Unmodified	2.0
+ c:\Generation\Scriptor\source\Bureau.java	Unmodified	2.0
+ c:\Generation\Scriptor\source\Employe.java	Modified and Manually modified	2.0
+ c:\Generation\Scriptor\source\PDG.java	Modified	2.0
+ c:\Generation\Scriptor\source\Service.java	Removed	2.0
+ c:\Generation\Scriptor\source\Enterprise.java	Modified	2.0

Scenario	Batch ClearCase	▼	Generate
Files	Generated text		
			Quit

FIG.2

26 bis, rue de Saint Pétersbourg - 75800 Paris Cedex 08

Pour vous informer : INPI DIRECT

► N° Indigo 0 825 83 85 87
0,15 € TTC/mn

Télécopie : 33 (0)1 53 04 52 65

reçue le 12/02/04

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

INPI
N° 11235*03

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.../1...

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 210103

INV

Vos références pour ce dossier (facultatif)		63257														
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		03 111 997														
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)																
PROCEDE DE GENERATION DE CODE C A PARTIR DE SPECIFICATIONS UML																
LE(S) DEMANDEUR(S) :																
THALES																
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :																
<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>Nom</td> <td>BAILLEUL</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Prénoms</td> <td>Arnaud</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Adresse</td> <td>Rue</td> <td>THALES Intellectual Property 31-33, avenue Aristide Briand</td> </tr> <tr> <td>Code postal et ville</td> <td>[9 141 111 7] ARCUEIL Cedex</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Société d'appartenance (facultatif)</td> <td></td> </tr> </table>			1	Nom	BAILLEUL	Prénoms		Arnaud	Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 31-33, avenue Aristide Briand	Code postal et ville	[9 141 111 7] ARCUEIL Cedex	Société d'appartenance (facultatif)		
1	Nom	BAILLEUL														
Prénoms		Arnaud														
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 31-33, avenue Aristide Briand														
	Code postal et ville	[9 141 111 7] ARCUEIL Cedex														
Société d'appartenance (facultatif)																
<table border="1"> <tr> <td>2</td> <td>Nom</td> <td>LE-SAUX</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Prénoms</td> <td>Thierry</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Adresse</td> <td>Rue</td> <td>THALES Intellectual Property 31-33, avenue Aristide Briand</td> </tr> <tr> <td>Code postal et ville</td> <td>[9 141 111 7] ARCUEIL Cedex</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Société d'appartenance (facultatif)</td> <td></td> </tr> </table>			2	Nom	LE-SAUX	Prénoms		Thierry	Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 31-33, avenue Aristide Briand	Code postal et ville	[9 141 111 7] ARCUEIL Cedex	Société d'appartenance (facultatif)		
2	Nom	LE-SAUX														
Prénoms		Thierry														
Adresse	Rue	THALES Intellectual Property 31-33, avenue Aristide Briand														
	Code postal et ville	[9 141 111 7] ARCUEIL Cedex														
Société d'appartenance (facultatif)																
<table border="1"> <tr> <td>3</td> <td>Nom</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Prénoms</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Adresse</td> <td>Rue</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Code postal et ville</td> <td>[]</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Société d'appartenance (facultatif)</td> <td></td> </tr> </table>			3	Nom		Prénoms			Adresse	Rue		Code postal et ville	[]	Société d'appartenance (facultatif)		
3	Nom															
Prénoms																
Adresse	Rue															
	Code postal et ville	[]														
Société d'appartenance (facultatif)																
<p>S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.</p> <p>DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)</p> <p>Vladimir CHAVERNEFF</p> 